



Docket No.: 50212-556

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
Motoki KAKUI, et al.	:	Confirmation Number: 4477
Serial No.: 10/725,928	:	Group Art Unit:
Filed: December 03, 2003	:	Examiner:
For: FLUORESCENCE GLASS, OPTICAL WAVE GUIDE FOR OPTICAL AMPLIFIER AND OPTICAL AMPLIFIER MODULE	:	

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following applications:

Japanese Patent Application No. 2002-355407, filed December 6, 2002
and
Japanese Patent Application No. 2003-340723, filed September 30, 2003

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY LLP


Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:prg
Facsimile: (202) 756-8087
Date: June 28, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

50212-556
Kakui et al.
10/725,928
12/3/2003

McDermott Will & Emery LLP

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 6 日

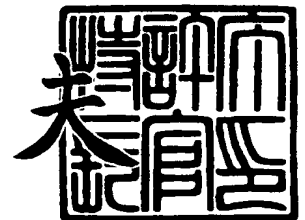
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7]

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社
九州大学長

2 0 0 4 年 1 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0687

【提出日】 平成14年12月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/00
G02F 1/35501

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

【氏名】 角井 素貴

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県大野城市筒井 3 丁目 2 - 4 ファミール・プライマ
ル 2 0 1

【氏名】 村田 貴広

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 594160186

【氏名又は名称】 九州大学長

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 蛍光性ガラス、光増幅用導波路および光増幅モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 添加物として B i イオンを含有する領域のガラス構成成分として S i O₂, G e O₂ および P₂O₅ のうち少なくとも 1 種類の酸化物を 50 mol % 以上含むことを特徴とする蛍光性ガラス。

【請求項 2】 ガラス構成成分として B a O, C a O, N a₂O, B₂O₃, G a₂O₃, T a₂O₅ および N b₂O₅ のうち少なくとも 1 種類の酸化物を含むことを特徴とする請求項 1 記載の蛍光性ガラス。

【請求項 3】 共添加物として A l₂O₃ を含有することを特徴とする請求項 2 記載の蛍光性ガラス。

【請求項 4】 共添加物として A l₂O₃ を含有すること無く B₂O₃ を含有することを特徴とする請求項 2 記載の蛍光性ガラス。

【請求項 5】 共添加物として T a₂O₅ を含有することを特徴とする請求項 4 記載の蛍光性ガラス。

【請求項 6】 請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、前記励起光が供給されることにより前記信号光を光増幅し得ることを特徴とする光増幅用導波路。

【請求項 7】 請求項 6 記載の光増幅用導波路と、
前記増幅用導波路に励起光を供給する励起光供給手段と
を備えることを特徴とする光増幅モジュール。

【請求項 8】 請求項 6 記載の光増幅用導波路であって互いに組成が異なり信号光伝搬経路上に縦続接続された第 1 光増幅用導波路および第 2 光増幅用導波路と、

前記第 1 光増幅用導波路に励起光を供給する第 1 励起光供給手段と、
前記第 2 光増幅用導波路に励起光を供給する第 2 励起光供給手段と
を備えることを特徴とする光増幅モジュール。

【請求項 9】 前記第 1 光増幅用導波路が A l₂O₃ を含有し、
前記第 2 光増幅用導波路が A l₂O₃ 以外の共添加物を含有し、

前記第 1 光増幅用導波路および前記第 2 光増幅用導波路それぞれの蛍光ピーク波長が互いに 7 0 n m 以上離れている

ことを特徴とする請求項 8 記載の光増幅モジュール。

【請求項 1 0】 請求項 6 記載の光増幅用導波路であって互いに組成が異なる第 1 光増幅用導波路および第 2 光増幅用導波路と、

前記第 1 光増幅用導波路に励起光を供給する第 1 励起光供給手段と、

前記第 2 光増幅用導波路に励起光を供給する第 2 励起光供給手段と、

入力した信号光を第 1 波長域と第 2 波長域とに分波して、前記第 1 波長域の信号光を前記第 1 光増幅用導波路へ出力し、前記第 2 波長域の信号光を前記第 2 光増幅用導波路へ出力する光分波手段と、

前記第 1 光増幅用導波路により光増幅されて出力された前記第 1 波長域の信号光と、前記第 2 光増幅用導波路により光増幅されて出力された前記第 1 波長域の信号光とを入力して、これらを合波して出力する光合波手段と

を備えることを特徴とする光増幅モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、蛍光性を有する蛍光性ガラス、この蛍光性ガラスからなる光増幅用導波路、および、この光増幅用導波路を含む光増幅モジュールに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光通信システム等において用いられる光増幅モジュールは、信号光が光伝送路を伝搬する間に被った損失を補償するものであり、光増幅媒体である光増幅用ファイバに励起光を供給することにより、その光増幅用ファイバにおいて信号光を増幅することができる。例えば、E r 元素が添加された光増幅用ファイバを含む光増幅モジュール (E D F A: Erbium Doped Fiber Amplifier) は、波長 0. 9 8 μ m 帯または 1. 4 8 μ m 帯の励起光を用いて、C バンド (1 5 3 0 n m ~ 1 5 6 5 n m) または L バンド (1 5 6 5 n m ~ 1 6 2 5 n m) の信号光を増幅

幅することができる。また、Tm元素が添加された光増幅用ファイバを含む光増幅モジュール(TDFA: Thulium Doped Fiber Amplifier)は、波長 $0.8\mu\text{m}$ 帯、 $1.05\mu\text{m}$ 帯、 $1.2\mu\text{m}$ 帯、 $1.4\mu\text{m}$ 帯または $1.55\sim 1.65\mu\text{m}$ 帯の励起光を用いて、Sバンド($1460\text{nm}\sim 1530\text{nm}$)の信号光を光増幅することができる。

【0003】

ところで、非特許文献1には、 Al_2O_3 (3.7重量%)、 SiO_2 (94.0重量%) および Bi_2O_3 (2.2重量%) からなる組成の蛍光性ガラスが記載されている。この Bi_2O_3 を含む組成の蛍光性ガラスの蛍光スペクトルは、波長 $1.24\mu\text{m}$ 付近に蛍光ピーク波長を有する広帯域のものとなっている。一方、この蛍光性ガラスは、波長域 $900\text{nm}\sim 1600\text{nm}$ の範囲では吸収スペクトルが観測されていない。したがって、この蛍光性ガラスからなる光増幅用ファイバを用いて光増幅モジュールを構成すれば、標準的なシングルモード光ファイバの零分散波長である波長 $1.3\mu\text{m}$ を含む帯域で、信号光を光増幅することができるものと期待される。

【0004】

【非特許文献1】

藤本靖, 他, 「 $1.3\mu\text{m}$ 帯におけるBiドープシリカガラスの新しい発光特性」, 電子情報通信学会論文誌C, Vol.J83-C, No.4, pp.354-355 (2000年4月)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記非特許文献1に記載された蛍光性ガラスの蛍光性ピークは波長 $1.3\mu\text{m}$ より短波長側にずれた波長 $1.24\mu\text{m}$ 付近に存在するので、この蛍光性ガラスからなる光増幅用ファイバを用いた光増幅モジュールは、励起光から信号光へのパワー変換効率は必ずしも良くないと考えられる。

【0006】

また、EDFAの場合、実使用時の利得スペクトルは蛍光スペクトルから吸収スペクトルを反転分布に応じて差し引いたものとなるので、蛍光ピーク波長 $1.53\mu\text{m}$ が必ずしも利得ピーク波長では無く、寧ろ、蛍光ピーク波長より長波長

側の波長 $1.55\mu\text{m} \sim 1.56\mu\text{m}$ 付近で利得ピークが存在する。EDFA の場合、利得スペクトル形状は反転分布により決定されるので、励起光および入力信号光それぞれのパワーを調整することにより、例えば反転分布を 40% と調整すれば、利得スペクトルの平坦性を実現することができる。これに対して、非特許文献 1 に記載された蛍光性ガラスは、蛍光が見られても吸収が見られないので、利得スペクトルの形状は蛍光スペクトルの形状と同一であると考えられる。したがって、この蛍光性ガラスからなる光増幅用ファイバを用いた光増幅モジュールの利得スペクトルは、励起光および信号光それぞれのパワーならびに光増幅用ファイバの濃度条長積を如何に調整しようとも、平坦性が悪いと考えられる。

【0007】

また、非特許文献 1 に記載された蛍光性ガラスは、融点が高く、温度 1760°C に加熱して製造されるので、製造が容易でない。

【0008】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、平坦な利得スペクトルを実現することができ光増幅効率が優れ製造が容易な蛍光性ガラス、光増幅用導波路および光増幅モジュールを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る蛍光性ガラスは、添加物として B i イオンを含有する領域のガラス構成成分として S i O₂, G e O₂ および P₂O₅ のうち少なくとも 1 種類の酸化物を 50mol% 以上含むことを特徴とする。この蛍光性ガラスは、蛍光性を有し、また、融点が高いことから製造が容易である。

【0010】

ガラス構成成分として B a O, C a O, N a₂O, B₂O₃, G a₂O₃, T a₂O₅ および N b₂O₅ のうち少なくとも 1 種類の酸化物を含むのが好適であり、この場合には、組成に応じた蛍光特性を実現することができる。

【0011】

共添加物として A l₂O₃ を含有するのが好適であり、この場合には、蛍光強度を強めることができる。

【0012】

共添加物として Al_2O_3 を含有すること無く B_2O_3 を含有するのが好適であり、この場合には、光ファイバの損失が低い波長 $1.41\ \mu\text{m}$ 帯に蛍光ピークを実現することができる。さらに共添加物として Ta_2O_5 を含有するのが好適であり、この場合には、より光通信に適した波長 $1.32\ \mu\text{m}$ 帯に蛍光ピークを有することができる。

【0013】

本発明に係る光増幅用導波路は、上記の本発明に係る蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、励起光が供給されることにより信号光を光増幅し得ることを特徴とする。また、本発明に係る光増幅モジュールは、上記の本発明に係る光増幅用導波路と、増幅用導波路に励起光を供給する励起光供給手段とを備えることを特徴とする。この光増幅用モジュールでは、光増幅媒体としての光増幅用導波路が上記の本発明に係る蛍光性ガラスからなり、この光増幅用導波路に励起光供給手段により励起光が供給され、この光増幅用導波路において信号光が光増幅される。したがって、この光増幅モジュールは、従来では利得が得られなかった波長域で利得を有することができる。

【0014】

本発明に係る光増幅モジュールは、(1) 上記の本発明に係る光増幅用導波路であって互いに組成が異なり信号光伝搬経路上に縦続接続された第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路と、(2) 第1光増幅用導波路に励起光を供給する第1励起光供給手段と、(3) 第2光増幅用導波路に励起光を供給する第2励起光供給手段とを備えることを特徴とする。また、第1光増幅用導波路が Al_2O_3 を含有し、第2光増幅用導波路が Al_2O_3 以外の共添加物を含有し、第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路それぞれの蛍光ピーク波長が互いに $70\ \text{nm}$ 以上離れているのが好適である。この光増幅モジュールでは、信号光は、信号光伝搬経路上に縦続接続された第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路それぞれにおいて光増幅される。第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路は、上記の本発明に係る光増幅用導波路であって、互いに組成が異なるから、この光増幅モジュールは、広帯域で利得を有することができる。

【0015】

本発明に係る光増幅モジュールは、(1) 上記の本発明に係る光増幅用導波路であって互いに組成が異なる第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路と、(2) 第1光増幅用導波路に励起光を供給する第1励起光供給手段と、(3) 第2光増幅用導波路に励起光を供給する第2励起光供給手段と、(4) 入力した信号光を第1波長域と第2波長域とに分波して、第1波長域の信号光を第1光増幅用導波路へ出力し、第2波長域の信号光を第2光増幅用導波路へ出力する光分波手段と、(5) 第1光増幅用導波路により光増幅されて出力された第1波長域の信号光と、第2光増幅用導波路により光増幅されて出力された第2波長域の信号光とを入力して、これらを合波して出力する光合波手段とを備えることを特徴とする。この光増幅モジュールでは、入力した信号光は、光分波手段により第1波長域と第2波長域とに分波される。光分波手段と光合波手段との間に第1光増幅用導波路と第2光増幅用導波路とが並列接続されていて、第1波長域の信号光は第1光増幅用導波路により光増幅され、第2波長域の信号光は第2光増幅用導波路により光増幅されて、そして、光増幅された第1波長域および第2波長域それぞれの信号光は光合波手段により合波されて出力される。第1光増幅用導波路および第2光増幅用導波路は、上記の本発明に係る光増幅用導波路であって、互いに組成が異なるから、この光増幅モジュールは、広帯域で利得を有することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0017】

本実施形態に係る蛍光性ガラスは、添加物としてB i イオンを含有する領域のガラス構成成分としてS i O₂, G e O₂およびP₂O₅のうち少なくとも1種類の酸化物を50mol%以上含むものである。また、ガラス構成成分としてB a O, C a O, N a₂O, B₂O₃, G a₂O₃, T a₂O₅およびN b₂O₅のうち少なくとも1種類の酸化物を含むのが好適である。共添加物としてA l₂O₃を含有するのが好適である。或いは、共添加物として、A l₂O₃を含有すること無く、B₂O₃

を含有するのが好適であり、さらに Ta_2O_5 を含有するのが好適である。

【0018】

図1は、本実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。この図には、4種類の蛍光性ガラスA～Dそれぞれの蛍光特性が示されている。蛍光性ガラスAの組成は、 Al_2O_3 (2.2mol%)、 SiO_2 (97.5mol%) および Bi_2O_3 (0.3mol%) からなる。蛍光性ガラスBの組成は、 Ta_2O_5 (2.5mol%)、 B_2O_3 (5mol%)、 SiO_2 (92.5mol%) および Bi_2O_3 (0.3mol%) からなる。蛍光性ガラスCの組成は、 GeO_2 (2.5mol%)、 B_2O_3 (5mol%)、 SiO_2 (92.5mol%) および Bi_2O_3 (0.3mol%) からなる。また、蛍光性ガラスDの組成は、 Na_2O (5mol%)、 Al_2O_3 (5mol%)、 GeO_2 (90mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。なお、蛍光性ガラスB～Dそれぞれについては、マトリックス組成に対して Bi_2O_3 が幾ら添加するかという観点で組成が表現されている。Ti サファイアレーザ光源から出力される波長 800 nm のレーザ光が励起光として用いられた。

【0019】

この図から判るように、蛍光性ガラスAは、波長 1.24 μm 付近に蛍光ピークを有している。これに対して、蛍光性ガラスBおよびDそれぞれは、波長 1.32 μm 付近に蛍光ピークを有していることから、Oバンド (1260 nm～1360 nm) の信号光を光増幅するのに適している。また、蛍光性ガラスCは、波長 1.41 μm 付近に蛍光ピークを有していることから、Eバンド (1360 nm～1460 nm) の信号光を光増幅するのに適している。

【0020】

なお、上記の蛍光性ガラスA～Dそれぞれのホストガラスが SiO_2 であったが、ホストガラスが GeO_2 または P_2O_5 である場合にも、図1に示されたのと同様の蛍光特性が得られる。 SiO_2 ホストガラスの融点が 1500℃～1600℃であるのに対して、 GeO_2 ホストガラスおよび P_2O_5 ホストガラスそれぞれは、融点が 1350℃～1400℃であるので、坩堝法などの比較的簡便な設備で製造することができるという利点を有する。

【0021】

図 2 は、他の実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。この図には、3 種類の蛍光性ガラス E ~ G それぞれの蛍光特性が示されている。蛍光性ガラス E ~ G それぞれは、ホストガラスが GeO_2 である。蛍光性ガラス E の組成は、 BaO (5mol%) , Al_2O_3 (5mol%) , GeO_2 (90mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。蛍光性ガラス F の組成は、 CaO (5mol%) , Al_2O_3 (5mol%) , GeO_2 (90mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。また、蛍光性ガラス G の組成は、 Na_2O (5mol%) , Al_2O_3 (5mol%) , GeO_2 (90mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。ここでも、マトリックス組成に対して Bi_2O_3 が幾ら添加するかという観点で組成が表現されている。Ti サファイアレーザ光源から出力される波長 8 0 0 nm のレーザ光が励起光として用いられた。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、更に他の実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。この図には、2 種類の蛍光性ガラス H および I それぞれの蛍光特性が示されている。蛍光性ガラス H および I それぞれは、ホストガラスが P_2O_5 である。蛍光性ガラス H の組成は、 BaO (50mol%) , P_2O_5 (50mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。また、蛍光性ガラス I の組成は、 BaO (30mol%) , Al_2O_3 (10mol%) , P_2O_5 (60mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。ここでも、マトリックス組成に対して Bi_2O_3 が幾ら添加するかという観点で組成が表現されている。Ti サファイアレーザ光源から出力される波長 8 0 0 nm のレーザ光が励起光として用いられた。

【 0 0 2 3 】

図 2 および図 3 から判るように、蛍光性ガラス E は、蛍光性ガラス A の蛍光ピーク波長より幾らか長波長側の波長 1. 2 6 μm 付近に蛍光ピークを有する。また、蛍光性ガラス I は、蛍光性ガラス A の蛍光ピーク波長より幾らか長波長側の波長 1. 2 5 μm 付近に蛍光ピークを有する。ホストガラスが GeO_2 である場合には、添加物として BaO が含まれているのが好適である。また、ホストガラスが P_2O_5 である場合には、添加物として BaO が含まれているのが好適であるが、 Al_2O_3 が更に含まれていれば、蛍光の増強に一層効果的である。

【0024】

次に、本実施形態に係る光増幅モジュールについて説明する。本実施形態に係る光増幅モジュールは、上述した本実施形態に係る蛍光性ガラスからなる光増幅用ファイバ（光増幅用導波路）を用いるものである。

【0025】

図4は、第1実施形態に係る光増幅モジュール1の構成図である。この図に示される光増幅モジュール1は、光入力端101に入力した信号光を光増幅して光出力端102より出力するものである。光増幅モジュール1は、光入力端101から光出力端102へ向かう信号光伝搬経路上に順に、光カップラ111、光アイソレータ121、光カップラ112、光増幅用ファイバ131、利得等化器140、光増幅用ファイバ132、光カップラ113、光アイソレータ122および光カップラ114を備える。また、光増幅モジュール1は、光カップラ111に接続されたフォトダイオード151、光カップラ112に接続されたレーザダイオード162、光カップラ113に接続されたレーザダイオード163、および、光カップラ114に接続されたフォトダイオード154を備える。

【0026】

光増幅用ファイバ131、132それぞれは、上述した何れかの蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、励起光が供給されることにより信号光を光増幅し得る。また、光増幅用ファイバ131、132は、互いに組成が異なり、信号光伝搬経路上に光学的に縦続接続されている。光アイソレータ121、122それぞれは、光入力端101から光出力端102へ向かう順方向に光を通過させるが、逆方向には光を通過させない。光カップラ112およびレーザダイオード162は、光増幅用ファイバ131に励起光を供給する励起光供給手段を構成している。光カップラ113およびレーザダイオード163は、光増幅用ファイバ132に励起光を供給する励起光供給手段を構成している。利得等化器140は、光増幅用ファイバ131、132の利得帯域において、光増幅用ファイバ131、132の利得スペクトルと略同形状の損失スペクトルを有していて、利得を等化するものである。

【0027】

この光増幅モジュール 1 では、励起光源であるレーザダイオード 1 6 2 から出力された励起光は、光カップラ 1 1 2 を経て光増幅用ファイバ 1 3 1 へ順方向に供給される。また、励起光源であるレーザダイオード 1 6 3 から出力された励起光は、光カップラ 1 1 3 を経て光増幅用ファイバ 1 3 2 へ逆方向に供給される。光入力端 1 0 1 に入力した信号光は、光カップラ 1 1 1、光アイソレータ 1 2 1 および光カップラ 1 1 2 を経て光増幅用ファイバ 1 3 1 に入力し、この光増幅用ファイバ 1 3 1 において光増幅される。光増幅用ファイバ 1 3 1 において光増幅された信号光は、利得等化器 1 4 0 により波長に応じた損失を被った後、光増幅用ファイバ 1 3 2 に入力し、この光増幅用ファイバ 1 3 2 において光増幅される。光増幅用ファイバ 1 3 2 において光増幅された信号光は、光カップラ 1 1 3、光アイソレータ 1 2 2 および光カップラ 1 1 4 を経て光出力端 1 0 2 より出力される。また、光入力端 1 0 1 に入力した信号光は、その一部が光カップラ 1 1 1 により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 1 5 1 によりモニタされる。光出力端 1 0 2 より出力される信号光は、その一部が光カップラ 1 1 4 により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 1 5 4 によりモニタされる。

【0 0 2 8】

この光増幅モジュール 1 の全体の利得スペクトルは、光増幅用ファイバ 1 3 1 の利得スペクトル、光増幅用ファイバ 1 3 2 の利得スペクトル、および、利得等化器 1 4 0 の損失スペクトルを総合したものである。この光増幅モジュール 1 は、光増幅用ファイバ 1 3 1、1 3 2 それぞれが互いに異なる組成の蛍光性ガラスからなり、光増幅用ファイバ 1 3 1、1 3 2 それぞれの利得帯域が異なるから、全体として広帯域で利得を有することができる。

【0 0 2 9】

図 5 は、第 1 実施形態に係る光増幅モジュール 1 の利得スペクトルを示す図である。なお、光増幅用ファイバの線形スケールの蛍光強度は d B スケールの利得に比例するので、この図は d B スケールで利得スペクトルを表すものと考えてよい。ここでは、光増幅用ファイバ 1 3 1 が蛍光性ガラス A からなり、光増幅用ファイバ 1 3 2 が蛍光性ガラス C からなるものとする。また、レーザダイオード 1 6 2、1 6 3 から光増幅用ファイバ 1 3 1、1 3 2 へ供給される励起光の波長は

8 0 0 n m であるとする。蛍光性ガラス A からなる光増幅用ファイバ 1 3 1 の単体の利得スペクトルは、利得ピークに対し 8 5 % 以上となる利得帯域が 1 1 7 5 n m ~ 1 3 4 0 n m であって、帯域幅が 1 6 5 n m である。これに対して、縦続接続された光増幅用ファイバ 1 3 1 および光増幅用ファイバ 1 3 2 の全体の利得スペクトルは、利得ピークに対し 8 5 % 以上となる利得帯域が 1 1 8 0 n m ~ 1 4 2 0 n m であって、帯域幅が 2 4 0 n m に拡大される。しかも、その利得帯域の拡大は、短波長側では無く、光伝送路として用いられる光ファイバの損失がより低い E バンドに 7 0 n m 程度拡大されるので、信号光伝送へ応用する上で好適である。

【 0 0 3 0 】

また、雑音特性の観点からは、前段にある光増幅用ファイバ 1 3 1 は、後段にある光増幅用ファイバ 1 3 2 より、利得が高いのが好適である。そこで、前段の光増幅用ファイバ 1 3 1 が比較的高利得の蛍光性ガラス A からなり、後段の光増幅用ファイバ 1 3 2 が比較的低利得の蛍光性ガラス C からなるのが好適である。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 実施形態に係る光増幅モジュール 1 で、光増幅用ファイバ 1 3 1 , 1 3 2 へ励起光を供給するレーザダイオード 1 6 2 , 1 6 3 は、入手し易い出力波長 8 0 0 n m のものであってもよいし、また、B i 蛍光性ガラスに特有の吸収ピークが存在する 5 0 0 n m 帯または 7 0 0 n m 帯のレーザ光を出力するものであってもよい。

【 0 0 3 2 】

図 6 は、第 2 実施形態に係る光増幅モジュール 2 の構成図である。この図に示される光増幅モジュール 2 は、光入力端 2 0 1 側の光分波器 2 8 0 と、光出力端 2 0 2 側の光合波器 2 9 0 との間に、2 つの信号光伝搬経路を並列に有している。光増幅モジュール 2 は、光分波器 2 8 0 から光合波器 2 9 0 へ向かう第 1 信号光伝搬経路上に順に、光カップラ 2 1 1₁、光アイソレータ 2 2 1₁、光カップラ 2 1 2₁、光増幅用ファイバ 2 3 0₁、光アイソレータ 2 2 2₁ および光カップラ 2 1 3₁ を備える。光増幅モジュール 2 は、光分波器 2 8 0 から光合波器 2 9 0 へ向かう第 2 信号光伝搬経路上に順に、光カップラ 2 1 1₂、光アイソレータ 2 2 1₂、光カ

プラ 2 1 2₂、光増幅用ファイバ 2 3 0₂、光アイソレータ 2 2 2₂および光カップラ 2 1 3₂を備える。また、光増幅モジュール 2 は、光カップラ 2 1 1₁に接続されたフォトダイオード 2 5 1₁、光カップラ 2 1 2₁に接続されたレーザダイオード 2 6 2₁、光カップラ 2 1 3₁に接続されたフォトダイオード 2 5 3₁、光カップラ 2 1 1₂に接続されたフォトダイオード 2 5 1₂、光カップラ 2 1 2₂に接続されたレーザダイオード 2 6 2₂、および、光カップラ 2 1 3₂に接続されたフォトダイオード 2 5 3₂を備える。

【0 0 3 3】

光分波器 2 8 0 は、光入力端 2 0 1 に入力した信号光を第 1 波長域と第 2 波長域とに分波して、第 1 波長域の信号光を第 1 信号光伝搬経路上の光カップラ 2 1 1₁へ出力し、第 2 波長域の信号光を第 2 信号光伝搬経路上の光カップラ 2 1 1₂へ出力する。光合波器 2 9 0 は、第 1 信号光伝搬経路上の光カップラ 2 1 3₁より到達した第 1 波長域の信号光を入力するとともに、第 2 信号光伝搬経路上の光カップラ 2 1 3₂より到達した第 2 波長域の信号光を入力して、これらを合波して光出力端 2 0 2 より出力させる。第 2 実施形態に係る光モジュール 2 に含まれる他の構成要素は、第 1 実施形態に係る光モジュール 1 に含まれる同一名称の構成要素と同様の機能を有する。光増幅用ファイバ 2 3 0₁、2 3 0₂それぞれは、上述した何れかの蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、励起光が供給されることにより信号光を光増幅し得る。また、光増幅用ファイバ 2 3 0₁、2 3 0₂は、互いに組成が異なり、光分波器 2 8 0 と光合波器 2 9 0 との間に光学的に並列接続されている。そして、光増幅用ファイバ 2 3 0₁の利得は第 1 波長域で大きく、光増幅用ファイバ 2 3 0₂の利得は第 2 波長域で大きい。

【0 0 3 4】

この光増幅モジュール 2 では、励起光源であるレーザダイオード 2 6 2₁から出力された励起光は、光カップラ 2 1 2₁を経て光増幅用ファイバ 2 3 0₁へ順方向に供給される。また、励起光源であるレーザダイオード 2 6 2₂から出力された励起光は、光カップラ 2 1 2₂を経て光増幅用ファイバ 2 3 0₂へ順方向に供給される。光入力端 2 0 1 に入力した信号光は、光合波器 2 8 0 により第 1 波長域と第 2 波長域とに分波され、第 1 波長域の信号光は第 1 信号光経路上の光カップラ 2 1

1₁へ出力され、第2波長域の信号光は第2信号光経路上の光カップラ211₂へ出力される。

【0035】

光合波器280から第1信号光経路上の光カップラ211₁へ出力された第1波長域の信号光は、光カップラ211₁、光アイソレータ221₁および光カップラ212₁を経た後、光増幅用ファイバ230₁において光増幅され、更に光アイソレータ222₁および光カップラ213₁を経て、光合波器290へ到達する。光合波器280から第2信号光経路上の光カップラ211₂へ出力された第2波長域の信号光は、光カップラ211₂、光アイソレータ221₂および光カップラ212₂を経た後、光増幅用ファイバ230₂において光増幅され、更に光アイソレータ222₂および光カップラ213₂を経て、光合波器290へ到達する。そして、第1信号光伝搬経路上の光カップラ213₁より光合波器290に到達した第1波長域の信号光と、第2信号光伝搬経路上の光カップラ213₂より光合波器290に到達した第2波長域の信号光とは、光合波器290により合波されて光出力端202より出力される。

【0036】

また、光入力端201に入力した第1波長域の信号光は、その一部が光カップラ211₁により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード251₁によりモニタされる。光入力端201に入力した第2波長域の信号光は、その一部が光カップラ211₂により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード251₂によりモニタされる。光出力端202より出力される第1波長域の信号光は、その一部が光カップラ213₁により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード253₁によりモニタされる。光出力端202より出力される第2波長域の信号光は、その一部が光カップラ213₂により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード253₂によりモニタされる。

【0037】

この光増幅モジュール2の全体の利得スペクトルは、第1波長域では光増幅用ファイバ230₁の利得スペクトルと同様であり、第2波長域では光増幅用ファイバ230₂の利得スペクトルと同様である。この光増幅モジュール2は、光増

幅用ファイバ230₁, 230₂それぞれが互いに異なる組成の蛍光性ガラスからなり、光増幅用ファイバ230₁, 230₂それぞれの利得帯域が異なるから、全体として広帯域で利得を有することができる。

【0038】

例えば、光増幅用ファイバ230₁は波長1.24 μm 付近に蛍光ピークを有する蛍光性ガラスAからなり、光増幅用ファイバ230₂は波長1.41 μm 付近に蛍光ピークを有する蛍光性ガラスCからなるものとする。また、光分波器280は、波長1.24 μm を含む第1波長域と、波長1.41 μm を含む第2波長域とに、信号光を分波するものとする。光合波器290は、上記のような第1波長域と第2波長域とを合波するものとする。この場合、この光増幅モジュール2は、上述した第1実施形態に係る光増幅モジュール1と同程度の広帯域の利得スペクトルを有することができる。

【0039】

図7は、第3実施形態に係る光増幅モジュール3の構成図である。この図に示される光増幅モジュール3は、光入力端301側の光分波手段（光分波器381～383）と、光出力端302側の光合波手段（光合波器391～393）との間に、4つの信号光伝搬経路を並列に有している。

【0040】

光増幅モジュール3は、光分波器382から光合波器392へ向かう第1信号光伝搬経路上に順に、光カップラ311₁、光アイソレータ321₁、光カップラ312₁、光増幅用ファイバ331₁, 332₁、利得等化器340₁、光アイソレータ322₁および光カップラ313₁を備える。光増幅モジュール3は、光分波器382から光合波器392へ向かう第2信号光伝搬経路上に順に、光カップラ311₂、光アイソレータ321₂、光カップラ312₂、光増幅用ファイバ330₂、利得等化器340₂、光アイソレータ322₂および光カップラ313₂を備える。光増幅モジュール3は、光分波器383から光合波器393へ向かう第3信号光伝搬経路上に順に、光カップラ311₃、光アイソレータ321₃、光カップラ312₃、光増幅用ファイバ330₃、利得等化器340₃、光アイソレータ322₃および光カップラ313₃を備える。光増幅モジュール3は、光分波器383から光合波

器 3 9 3 へ向かう第 4 信号光伝搬経路上に順に、光カップラ 3 1 1₄、光アイソレータ 3 2 1₄、光カップラ 3 1 2₄、光増幅用ファイバ 3 3 0₄、利得等化器 3 4 0₄、光アイソレータ 3 2 2₄および光カップラ 3 1 3₄を備える。

【0 0 4 1】

また、光増幅モジュール 2 は、光カップラ 3 1 1₁に接続されたフォトダイオード 3 5 1₁、光カップラ 3 1 2₁に接続されたレーザダイオード 3 6 2₁、光カップラ 3 1 3₁に接続されたフォトダイオード 3 5 3₁、光カップラ 3 1 1₂に接続されたフォトダイオード 3 5 1₂、光カップラ 3 1 2₂に接続されたレーザダイオード 3 6 2₂、光カップラ 3 1 3₂に接続されたフォトダイオード 3 5 3₂、光カップラ 3 1 1₃に接続されたフォトダイオード 3 5 1₃、光カップラ 3 1 2₃に接続されたレーザダイオード 3 6 2₃、光カップラ 3 1 3₃に接続されたフォトダイオード 3 5 3₃、光カップラ 3 1 1₄に接続されたフォトダイオード 3 5 1₄、光カップラ 3 1 2₄に接続されたレーザダイオード 3 6 2₄、および、光カップラ 3 1 3₄に接続されたフォトダイオード 3 5 3₄を備える。

【0 0 4 2】

光分波器 3 8 1 は、光入力端 3 0 1 に入力した信号光を 2 つの波長域に分波して、一方の波長域の信号光を光分波器 3 8 2 へ出力し、他方の波長域の信号光を光分波器 3 8 3 へ出力する。光分波器 3 8 2 は、光分波器 3 8 1 より到達した信号光を第 1 波長域と第 2 波長域とに分波して、第 1 波長域の信号光を第 1 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 1₁へ出力し、第 2 波長域の信号光を第 2 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 1₂へ出力する。光分波器 3 8 3 は、光分波器 3 8 1 より到達した信号光を第 3 波長域と第 4 波長域とに分波して、第 3 波長域の信号光を第 3 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 1₃へ出力し、第 4 波長域の信号光を第 4 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 1₄へ出力する。すなわち、光分波器 3 8 1 ～ 3 8 3 からなる光分波手段は、光入力端 3 0 1 に入力した信号光を 4 つの波長域に分波する。

【0 0 4 3】

光合波器 3 9 2 は、第 1 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 3₁より到達した第 1 波長域の信号光を入力するとともに、第 2 信号光伝搬経路上の光カップラ 3 1 3

2より到達した第2波長域の信号光を入力して、これらを合波して光合波器391へ出力する。光合波器393は、第3信号光伝搬経路上の光カップラ313₃より到達した第3波長域の信号光を入力するとともに、第4信号光伝搬経路上の光カップラ313₄より到達した第4波長域の信号光を入力して、これらを合波して光合波器391へ出力する。光合波器391は、光合波器392より到達した第1波長域および第2波長域の信号光を入力するとともに、光合波器393より到達した第3波長域および第4波長域の信号光を入力して、これら4つの波長域の信号光を合波して出力端302より出力させる。

【0044】

第3実施形態に係る光モジュール3に含まれる他の構成要素は、第1実施形態に係る光モジュール1に含まれる同一名称の構成要素と同様の機能を有する。光増幅用ファイバ331₁、332₁それぞれは、上述した何れかの蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、励起光が供給されることにより信号光を光増幅し得る。また、光増幅用ファイバ331₁、332₁は、互いに組成が異なり、第1信号光伝搬経路上に光学的に縦続接続されている。

【0045】

光増幅用ファイバ330₂～330₄それぞれも、蛍光性ガラスからなり、励起光および信号光を導波し得るとともに、励起光が供給されることにより信号光を光増幅し得る。そして、光増幅用ファイバ331₁、332₁の利得は第1波長域で大きく、光増幅用ファイバ330₂の利得は第2波長域で大きく、光増幅用ファイバ330₃の利得は第3波長域で大きく、光増幅用ファイバ330₄の利得は第4波長域で大きい。

【0046】

この光増幅モジュール3では、励起光源であるレーザダイオード362₁から出力された励起光は、光カップラ312₁を経て光増幅用ファイバ331₁、332₁へ順方向に供給される。励起光源であるレーザダイオード362₂から出力された励起光は、光カップラ312₂を経て光増幅用ファイバ330₂へ順方向に供給される。励起光源であるレーザダイオード362₃から出力された励起光は、光カップラ312₃を経て光増幅用ファイバ330₃へ順方向に供給される。また、励起

光源であるレーザダイオード 3 6 2₄から出力された励起光は、光カプラ 3 1 2₄を経て光増幅用ファイバ 3 3 0₄へ順方向に供給される。

【 0 0 4 7 】

光入力端 3 0 1 に入力した信号光は、光合波器 3 8 1 ~ 3 8 3 により、第 1 波長域 ~ 第 4 波長域に分波され、第 1 波長域の信号光は第 1 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₁へ出力され、第 2 波長域の信号光は第 2 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₂へ出力され、第 3 波長域の信号光は第 3 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₃へ出力され、第 4 波長域の信号光は第 4 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₄へ出力される。

【 0 0 4 8 】

光合波器 3 8 2 から第 1 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₁へ出力された第 1 波長域の信号光は、光カプラ 3 1 1₁、光アイソレータ 3 2 1₁および光カプラ 3 1 2₁を経た後、光増幅用ファイバ 3 3 1₁、3 3 2₁において光増幅され、利得等化器 3 4 0₁により利得等化され、更に光アイソレータ 3 2 2₁および光カプラ 3 1 3₁を経て、光合波器 3 9 2 へ到達する。光合波器 2 8 2 から第 2 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₂へ出力された第 2 波長域の信号光は、光カプラ 3 1 1₂、光アイソレータ 3 2 1₂および光カプラ 3 1 2₂を経た後、光増幅用ファイバ 3 3 0₂において光増幅され、利得等化器 3 4 0₂により利得等化され、更に光アイソレータ 3 2 2₂および光カプラ 3 1 3₂を経て、光合波器 3 9 2 へ到達する。

【 0 0 4 9 】

光合波器 2 8 3 から第 3 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₃へ出力された第 3 波長域の信号光は、光カプラ 3 1 1₃、光アイソレータ 3 2 1₃および光カプラ 3 1 2₃を経た後、光増幅用ファイバ 3 3 0₃において光増幅され、利得等化器 3 4 0₃により利得等化され、更に光アイソレータ 3 2 2₃および光カプラ 3 1 3₃を経て、光合波器 3 9 3 へ到達する。光合波器 2 8 3 から第 4 信号光経路上の光カプラ 3 1 1₄へ出力された第 4 波長域の信号光は、光カプラ 3 1 1₄、光アイソレータ 3 2 1₄および光カプラ 3 1 2₄を経た後、光増幅用ファイバ 3 3 0₄において光増幅され、利得等化器 3 4 0₄により利得等化され、更に光アイソレータ 3 2 2₄および光カプラ 3 1 3₄を経て、光合波器 3 9 3 へ到達する。

【0 0 5 0】

そして、第 1 信号光伝搬経路上の光カプラ 3 1 3₁より光合波器 3 9 2 に到達した第 1 波長域の信号光と、第 2 信号光伝搬経路上の光カプラ 3 1 3₂より光合波器 2 9 2 に到達した第 2 波長域の信号光と、第 3 信号光伝搬経路上の光カプラ 3 1 3₃より光合波器 2 9 3 に到達した第 3 波長域の信号光と、第 4 信号光伝搬経路上の光カプラ 3 1 3₄より光合波器 2 9 3 に到達した第 4 波長域の信号光とは、光合波器 3 9 1 ～ 3 9 3 により合波されて光出力端 3 0 2 より出力される。

【0 0 5 1】

また、光入力端 3 0 1 に入力した第 1 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 1₁により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 1₁によりモニタされる。光入力端 3 0 1 に入力した第 2 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 1₂により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 1₂によりモニタされる。光入力端 3 0 1 に入力した第 3 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 1₃により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 1₃によりモニタされる。光入力端 3 0 1 に入力した第 4 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 1₄により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 1₄によりモニタされる。

【0 0 5 2】

また、光出力端 3 0 2 より出力される第 1 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 3₁により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 3₁によりモニタされる。光出力端 3 0 2 より出力される第 2 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 3₂により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 3₂によりモニタされる。光出力端 3 0 2 より出力される第 3 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 3₃により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 3₃によりモニタされる。光出力端 3 0 2 より出力される第 4 波長域の信号光は、その一部が光カプラ 3 1 3₄により分岐されて、そのパワーがフォトダイオード 3 5 3₄によりモニタされる。

【0 0 5 3】

この光増幅モジュール 3 の全体の利得スペクトルは、第 1 波長域では光増幅用

ファイバ 3 3 1₁, 3 3 2₁の利得スペクトルと利得等化器 3 4 0₁の損失スペクトルとを総合したものであり、第 2 波長域では光増幅用ファイバ 3 3 0₂の利得スペクトルと利得等化器 3 4 0₂の損失スペクトルとを総合したものであり、第 3 波長域では光増幅用ファイバ 3 3 0₃の利得スペクトルと利得等化器 3 4 0₃の損失スペクトルとを総合したものであり、第 4 波長域では光増幅用ファイバ 3 3 0₄の利得スペクトルと利得等化器 3 4 0₄の損失スペクトルとを総合したものである。

【 0 0 5 4 】

この光増幅モジュール 4 は、光増幅用ファイバ 3 3 1₁, 3 3 2₁, 3 3 0₂, 3 3 0₃および 3 3 0₄それぞれが互いに異なる組成の蛍光性ガラスからなり、各々の利得帯域が異なるから、全体として広帯域で利得を有することができる。例えば、光増幅用ファイバ 3 3 1₁は波長 1. 2 4 μ m 付近に蛍光ピークを有する蛍光性ガラス A からなり、光増幅用ファイバ 3 3 2₁は波長 1. 4 1 μ m 付近に蛍光ピークを有する蛍光性ガラス C からなり、この場合、光増幅用ファイバ 3 3 1₁, 3 3 2₁は、レーザダイオード 3 6 2₁より波長 0. 8 μ m 帯の励起光が供給されることにより、第 1 波長域として O バンドおよび E バンドの信号光を光増幅することができる。光増幅用ファイバ 3 3 0₂は、T m 元素が添加された蛍光性ガラスからなり、レーザダイオード 3 6 2₂より波長 1. 0 5 μ m 帯の励起光が供給されることにより、第 2 波長域として S バンドの信号光を光増幅することができる。光増幅用ファイバ 3 3 0₃は、E r 元素が添加された蛍光性ガラスからなり、レーザダイオード 3 6 2₃より波長 1. 4 8 μ m 帯の励起光が供給されることにより、第 3 波長域として C バンドの信号光を光増幅することができる。また、光増幅用ファイバ 3 3 0₄は、E r 元素が添加された蛍光性ガラスからなり、レーザダイオード 3 6 2₄より波長 1. 4 8 μ m 帯の励起光が供給されることにより、第 4 波長域として L バンドの信号光を光増幅することができる。この場合、この光増幅モジュール 3 は、O, E, S, C および L の各バンドに亘る広帯域（全帯域幅が 3 1 0 n m 程度）の利得スペクトルを有することができる。

【 0 0 5 5 】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である

。例えば、上記の各実施形態の光増幅モジュールでは、光増幅媒体として光増幅用ファイバを有するものであったが、平面基板上に形成された蛍光性ガラスからなる光導波路であってもよい。ただし、光増幅用ファイバは、光増幅作用長を長くすることが容易である点や、他のファイバや他の光学部品（例えば光アイソレータや光カップラなど）と接続する際の損失が小さい点で、平面光導波路と比較して好ましい。

【0 0 5 6】

また、光通信システムの光伝送路の分散を補償するための分散補償器を光増幅モジュールが備えているのも好適である。例えば、第 1 実施形態に係る光増幅モジュール 1 において、光増幅用ファイバ 1 3 1 と光増幅用ファイバ 1 3 2 との間に分散調整器が設けられるのが好適であり、第 3 実施形態に係る光増幅モジュール 3 において、光増幅用ファイバ 3 3 1₁ と光増幅用ファイバ 3 3 2 1 との間に分散調整器が設けられるのが好適である。また、第 2 実施形態に係る光増幅モジュール 2 において、光増幅用ファイバ 2 3 0₁ を多段構成として、その段間に第 1 波長域で分散補償する分散調整器が設けられるのが好適であり、光増幅用ファイバ 2 3 0₂ を多段構成として、その段間に第 2 波長域で分散補償する分散調整器が設けられるのが好適である。第 3 実施形態に係る光増幅モジュール 3 においても同様である。

【0 0 5 7】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明に係る蛍光性ガラスは、ガラス構成成分として SiO_2 、 GeO_2 および P_2O_5 のうち少なくとも 1 種類の酸化物を 50 mol% 以上含み、添加物として Bi イオンを含有しており、100 nm を超える広帯域で蛍光性を有し、融点が低いことから製造が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。

【図 2】

他の実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。

【図 3】

更に他の実施形態に係る蛍光性ガラスの蛍光特性を示すグラフである。

【図 4】

第 1 実施形態に係る光増幅モジュール 1 の構成図である。

【図 5】

第 1 実施形態に係る光増幅モジュール 1 の利得スペクトルを示す図である。

【図 6】

第 2 実施形態に係る光増幅モジュール 2 の構成図である。

【図 7】

第 3 実施形態に係る光増幅モジュール 3 の構成図である。

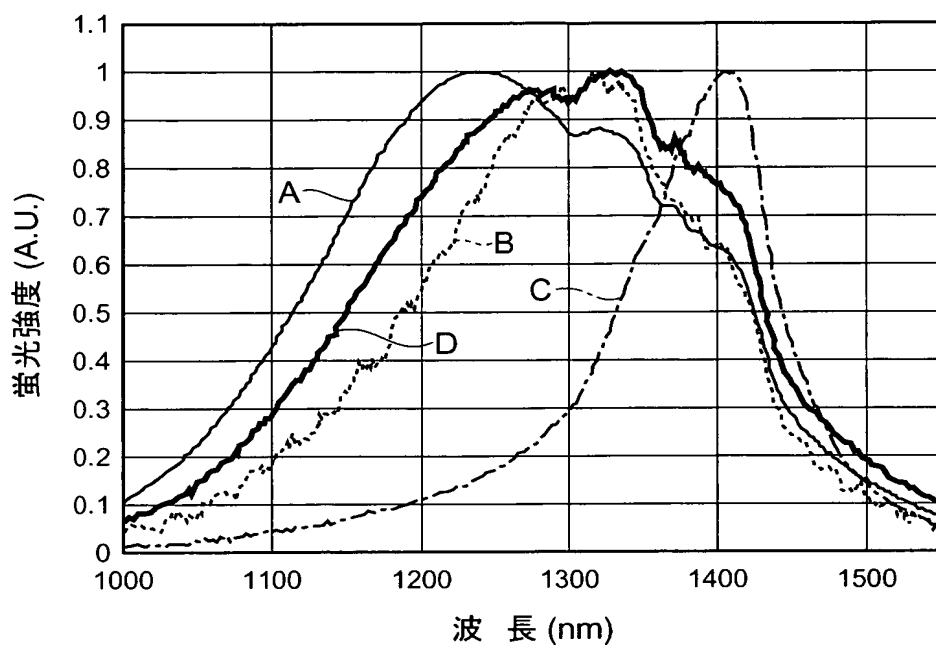
【符号の説明】

1～3…光増幅モジュール、111～114…光カプラ、121, 122…光アイソレータ、131, 132…光増幅用ファイバ、140…利得等化器、151, 154…フォトダイオード、162, 163…レーザダイオード、211～213…光カプラ、221, 222…光アイソレータ、230…光増幅用ファイバ、251, 253…フォトダイオード、262…レーザダイオード、280…光分波器、290…光合波器、311～313…光カプラ、321, 322…光アイソレータ、330～332…光増幅用ファイバ、340…利得等化器、351, 253…フォトダイオード、362…レーザダイオード、381～383…光分波器、391～393…光合波器。

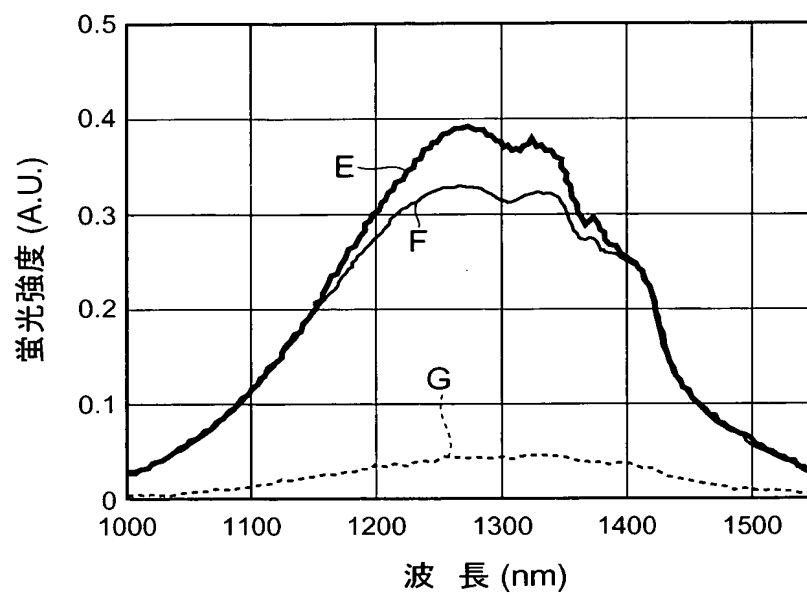
【書類名】

図面

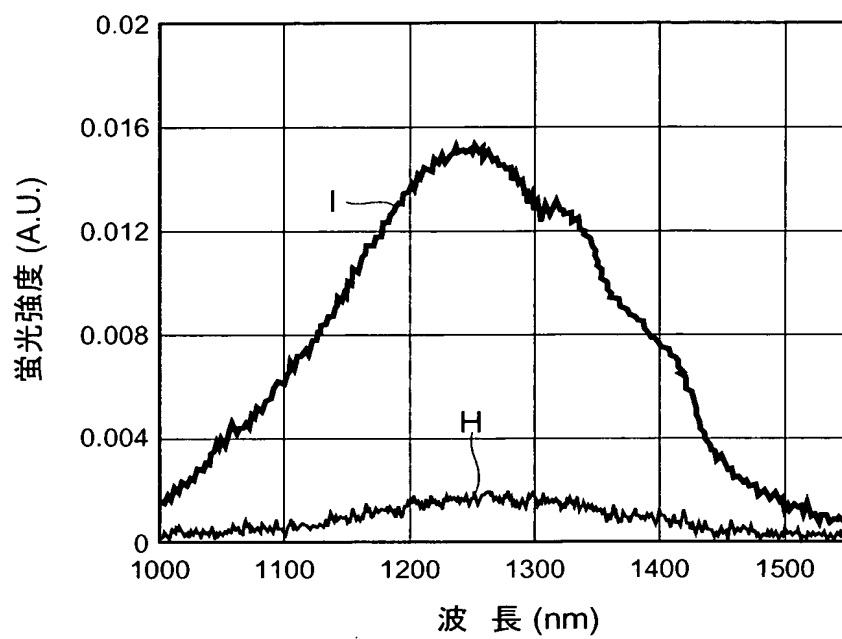
【図 1】



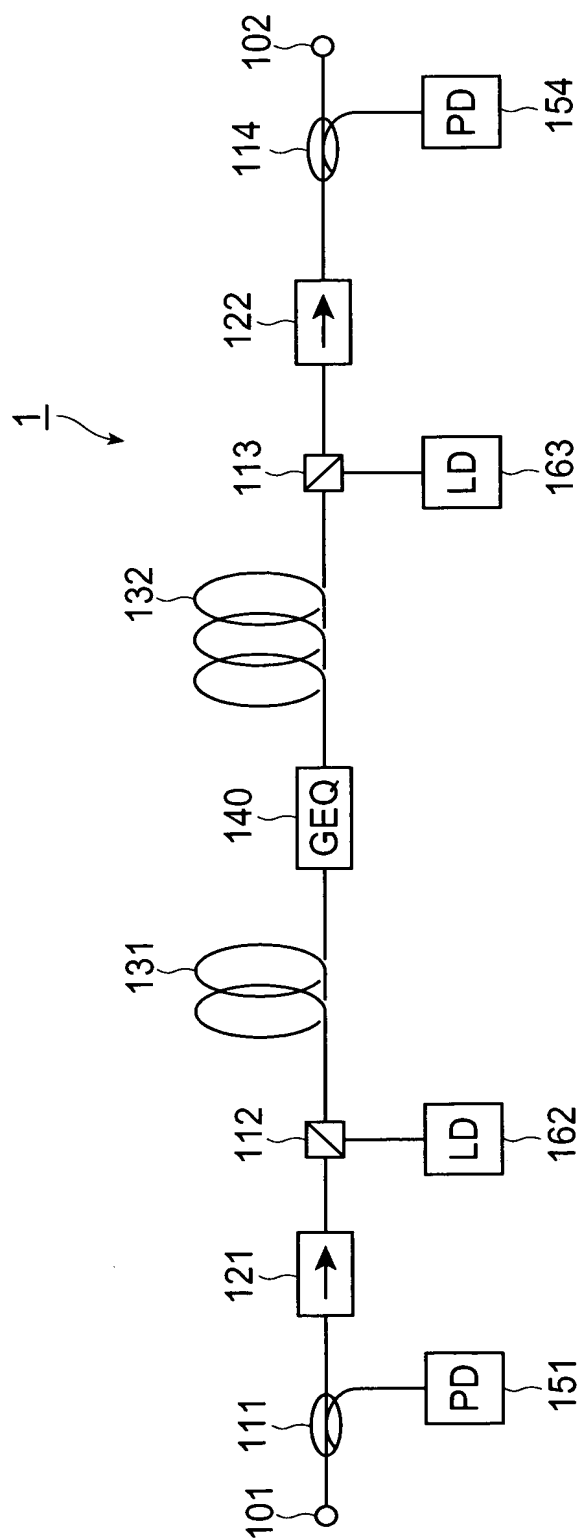
【図 2】



【図 3】

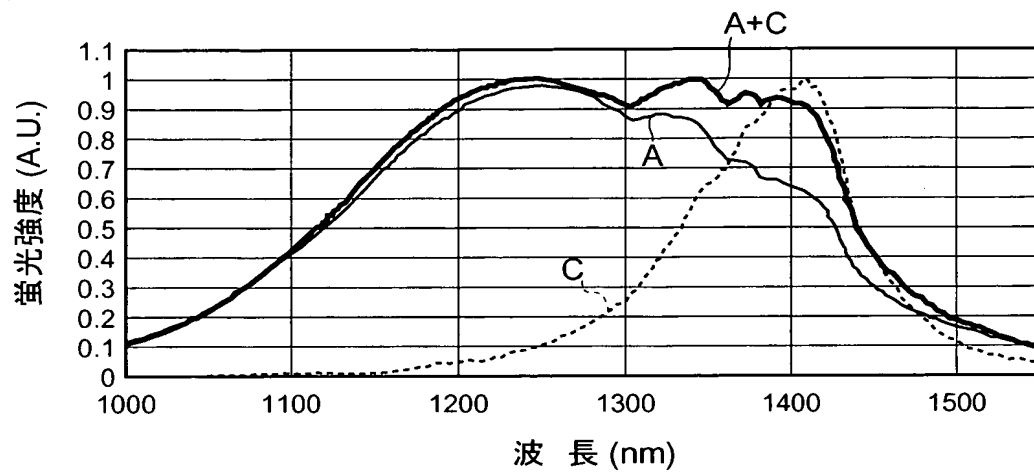


【図 4】

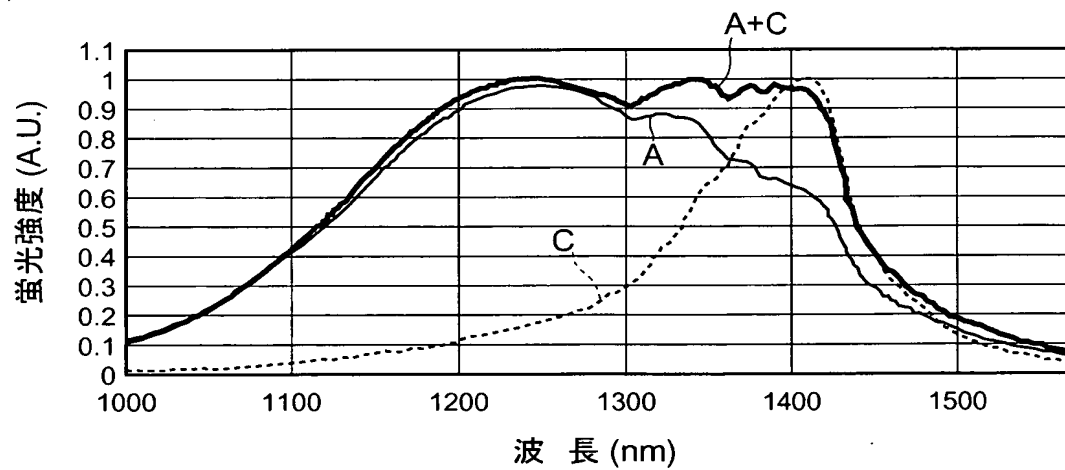


【図 5】

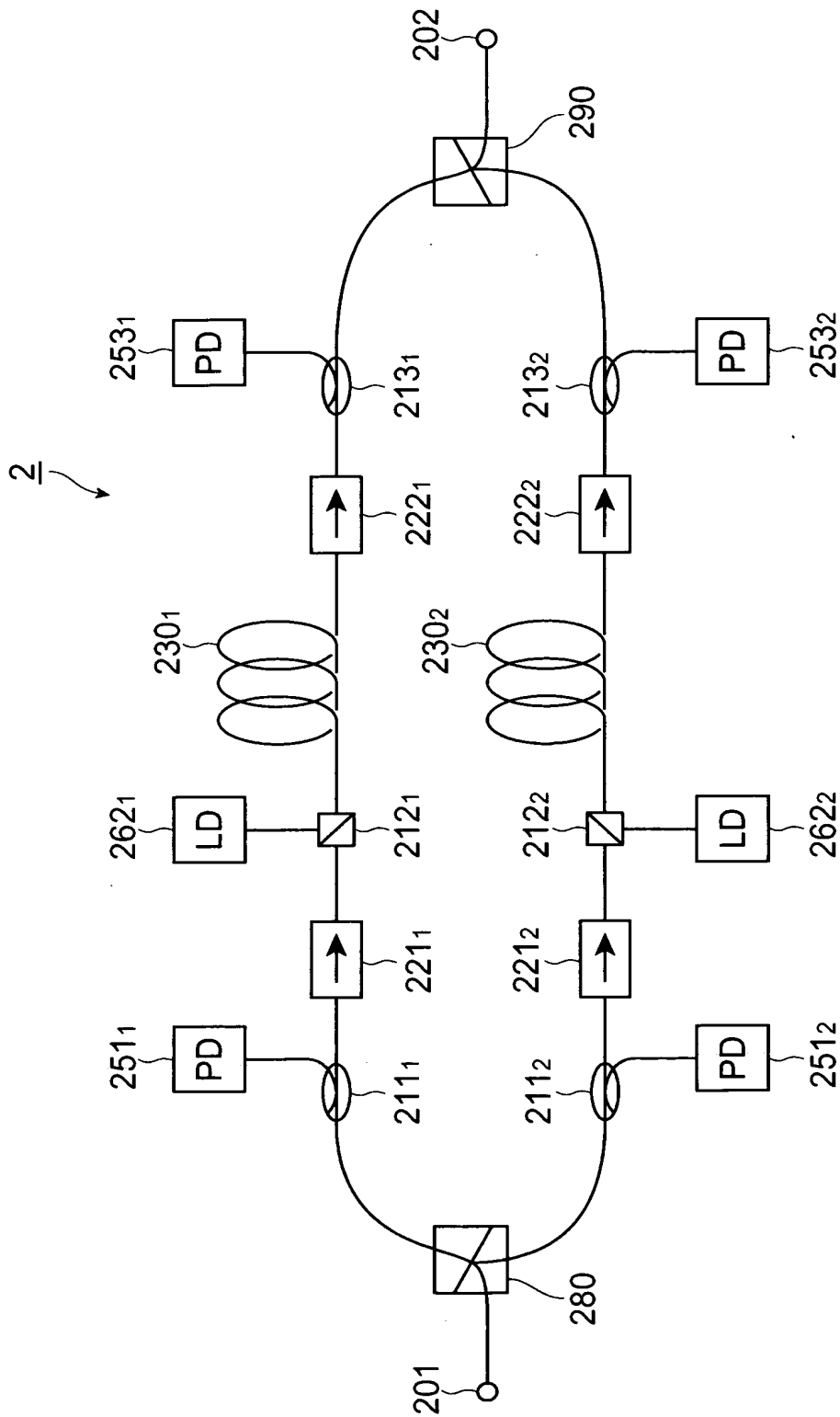
(a)



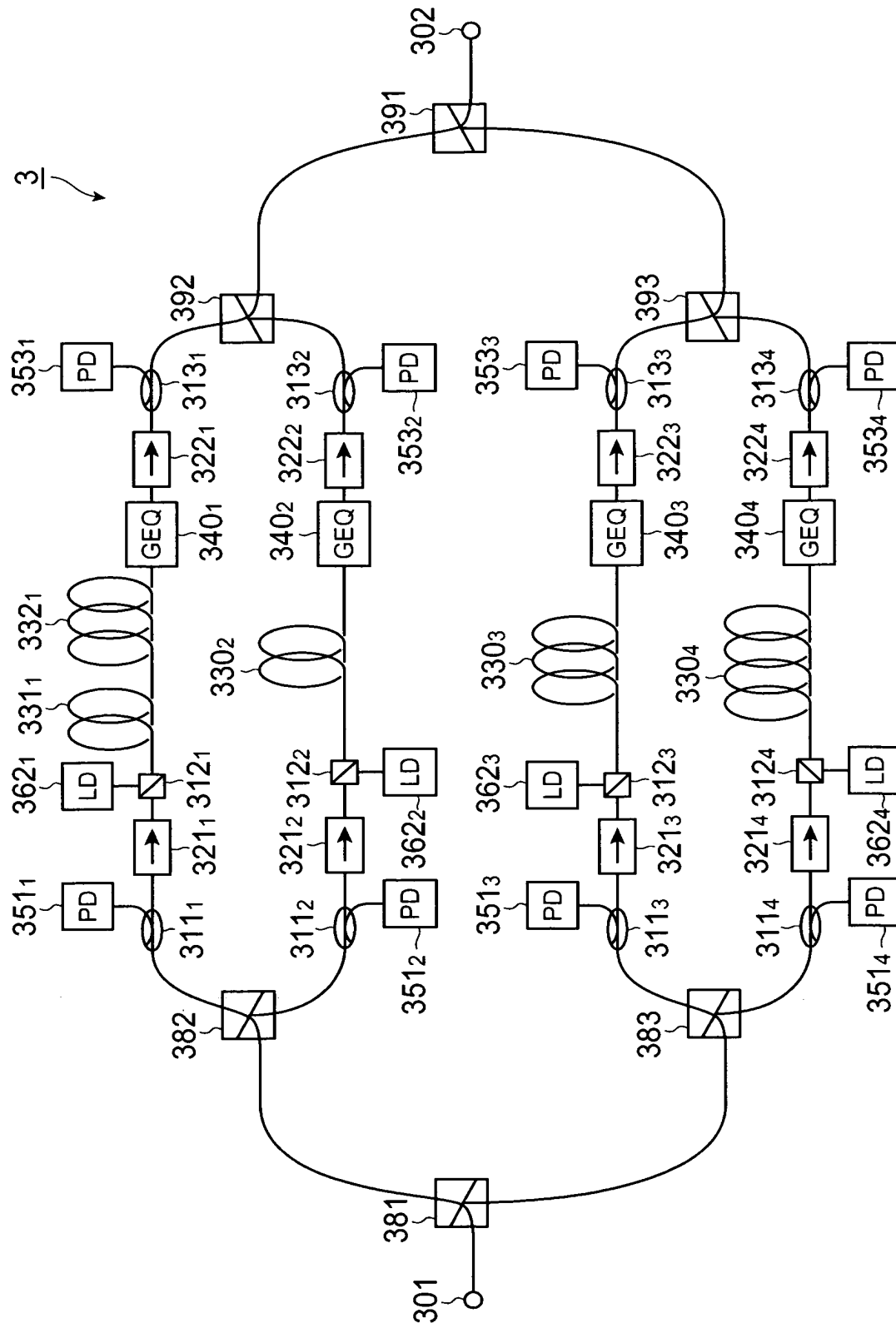
(b)



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 平坦な利得スペクトルを実現することができ光増幅効率が優れ製造が容易な蛍光性ガラス等を提供する。

【解決手段】 蛍光性ガラスBの組成は、 Ta_2O_5 (2.5mol%) , B_2O_3 (5mol%) , SiO_2 (92.5mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。蛍光性ガラスCの組成は、 GeO_2 (2.5mol%) , B_2O_3 (5mol%) , SiO_2 (92.5mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。また、蛍光性ガラスDの組成は、 Na_2O (5mol%) , Al_2O_3 (5mol%) , SiO_2 (90mol%) および Bi_2O_3 (0.8mol%) からなる。蛍光性ガラスBおよびDそれぞれは、波長 $1.32\mu m$ 付近に蛍光ピークを有していることから、Oバンドの信号光を光増幅するのに適している。蛍光性ガラスCは、波長 $1.41\mu m$ 付近に蛍光ピークを有していることから、Eバンドの信号光を光増幅するのに適している。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-355407
受付番号	50201852508
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成14年12月20日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002130
【住所又は居所】	大阪府大阪市中心区北浜四丁目5番33号
【氏名又は名称】	住友電気工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	391012501
【住所又は居所】	福岡県福岡市東区箱崎6丁目10番1号
【氏名又は名称】	九州大学長

【代理人】

申請人

【識別番号】	100088155
【住所又は居所】	東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所
【氏名又は名称】	長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】	100089978
【住所又は居所】	東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所
【氏名又は名称】	塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】	100092657
【住所又は居所】	東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所
【氏名又は名称】	寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】	100110582
【住所又は居所】	東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英国際特許法律事務所
【氏名又は名称】	柴田 昌聰

次頁無

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-355407
受付番号	50201852508
書類名	特許願
担当官	小松 清 1905
作成日	平成 15 年 10 月 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【手数料の表示】

【納付金額】 10,500円

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 391012501

【住所又は居所】 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 10 番 1 号

【氏名又は名称】 九州大学長

【代理人】

申請人

【識別番号】 100088155

【住所又は居所】 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【住所又は居所】 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【住所又は居所】 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【住所又は居所】 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成15年 4月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002-355407
【補正をする者】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【補正をする者】
 【識別番号】 594160186
 【氏名又は名称】 九州大学長
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地

住友電気工業株式会社 横浜製作所内

【氏名】 角井 素貴

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県大野城市筒井 3 丁目 2 - 4

ファミリー・プライマル 2 0 1

【氏名】 村田 貴広

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地

住友電気工業株式会社 横浜製作所内

【氏名】 重松 昌行

【その他】 今般、本件に関しまして、住友電気工業株式会社の発明者を一人欠落してしまいました。つきましては、発明者の氏名について補正致しますので、よろしくお願い申し上げます。

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7
受付番号	5 0 3 0 0 7 2 5 2 3 7
書類名	手続補正書
担当官	小松 清 1 9 0 5
作成日	平成 1 5 年 6 月 2 0 日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】	000002130
【住所又は居所】	大阪府大阪市中心区北浜四丁目 5 番 3 3 号
【氏名又は名称】	住友電気工業株式会社

【補正をする者】

【識別番号】	391012501
【住所又は居所】	福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 1 0 番 1 号
【氏名又は名称】	九州大学長

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100088155
【住所又は居所】	東京都中央区銀座一丁目 1 0 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所
【氏名又は名称】	長谷川 芳樹

次頁無

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成15年 8月20日
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002-355407
【補正をする者】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【補正をする者】
 【識別番号】 594160186
 【氏名又は名称】 九州大学長
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【手続補正1】
 【補正対象書類名】 特許願
 【補正対象項目名】 持分の割合
 【補正方法】 追加
 【補正の内容】
 【持分の割合】 50/100

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-355407
受付番号	50301372329
書類名	手続補正書
担当官	小松 清 1905
作成日	平成 15 年 10 月 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【補正をする者】

【識別番号】

000002130

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号

【氏名又は名称】

住友電気工業株式会社

【補正をする者】

【識別番号】

391012501

【住所又は居所】

福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 10 番 1 号

【氏名又は名称】

九州大学長

【代理人】

申請人

【識別番号】

100088155

【住所又は居所】

東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所

【氏名又は名称】

長谷川 芳樹

特願 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中心区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 4 1 6 0 1 8 6]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 1 0 月 2 8 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消
[統合先識別番号] 3 9 1 0 1 2 5 0 1
住 所 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 1 0 番 1 号
氏 名 九州大学長

特願 2 0 0 2 - 3 5 5 4 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 1 2 5 0 1]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 1 0 月 2 8 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による統合
[統合元識別番号] 5 9 4 1 6 0 1 8 6
住 所 福岡県福岡市東区箱崎 6 丁目 1 0 番 1 号
氏 名 九州大学長